COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1893.

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 3 avril sera remise au mardi 4.

ASTRONOMIE. — *Sur la construction de la Carte du Ciel et la détermination des coordonnées des centres des clichés;* par M. Lœwy.

« J'ai déjà entretenu l'Académie d'une méthode que j'avais proposée, concernant la construction de la Carte du Ciel, et destinée à la détermination précise de positions des étoiles photographiées; en vertu du plan arrêté pour l'exécution de ce grand travail, chacune des 22 054 plaques de la Carte du Ciel aura une superficie de 169^{cmq}, étendue qui correspond à un espace de $4°,7$ carrés sur la sphère céleste. On doit compter qu'un

cliché renfermera en moyenne 250 étoiles, comprises entre la 1re et la 11e grandeur.

» Un personnel et des appareils spéciaux seront affectés à la mesure des distances des astres photographiés et, par ce travail de bureau, on parviendra à connaître, avec une haute exactitude, les coordonnées rectilignes de toutes ces étoiles photographiées par rapport à deux axes perpendiculaires choisis sur la plaque, et dont l'un doit être parallèle à la direction du mouvement diurne de la Terre.

» Pour faire profiter la Science astronomique de tous ces labeurs, il s'agit de déterminer la position du point qui correspond dans le Ciel au centre de chacun de ces clichés; il faut, en outre, savoir la vraie orientation des axes par rapport au mouvement diurne, et la valeur des échelles qui ont servi aux mesures.

» Pour se procurer ces éléments fondamentaux, on ne possède qu'un seul moyen : il faut utiliser, comme point de repère, un certain nombre d'étoiles photographiées; on ne peut naturellement adopter que des étoiles connues, c'est-à-dire celles dont les positions sont bien déterminées par des observations nombreuses et exactes, antérieurement effectuées avec les divers instruments usuels.

» Toutefois, la réalisation directe de ce moyen rencontre dans la pratique des difficultés notables. Pour qu'il fût possible, il faudrait que chaque surface de 2° de côté de l'espace renfermât une vingtaine d'étoiles connues, mais ce cas ne se présente qu'exceptionnellement; à un autre point de vue, cette solution renferme une cause d'incertitude fort difficile à éviter. Il se sera nécessairement écoulé un intervalle de temps plus ou moins long entre l'époque de la confection du cliché et l'époque moyenne des observations sur lesquelles repose la position des repères, il est donc indispensable de connaître aussi le mouvement propre des étoiles de repère, afin de pouvoir calculer leurs coordonnées pour le moment de la pose des divers clichés; mais, comme les mouvements propres ne sont fixés avec un degré d'exactitude suffisant que pour un petit nombre d'étoiles, les plus belles, on se heurte ici à un second obstacle qui ne saurait être surmonté par l'emploi direct du procédé indiqué.

» Afin d'échapper à ces deux écueils, on avait d'abord proposé d'observer à nouveau, à l'aide des instruments méridiens, six étoiles choisies sur chaque cliché, mais l'exécution de ce plan nécessitant au moins un quart de siècle et le concours de beaucoup d'observatoires, il était facile de prévoir que cette recherche auxiliaire serait très pénible et réclamerait

beaucoup plus de labeur que l'étude principale même. En suivant cette voie, on s'exposait donc au danger réel de compromettre d'une manière sérieuse le succès de la grande œuvre internationale. La méthode que j'ai proposée ne renferme pas les graves inconvénients que je viens d'énumérer, et fournit une solution exacte et rapide du problème posé. Tous les membres de la Commission spéciale ont aujourd'hui admis son emploi, quelques-uns ont toutefois formulé certaines réserves au sujet de l'application plus ou moins étendue qui pourrait en être faite. Dans un premier Mémoire, j'ai exposé le principe général de la méthode, que je rappelle ici en quelques mots : On peut, en s'appuyant seulement sur les données obtenues par la Photographie, c'est-à-dire en se basant uniquement sur les coordonnées rectilignes des clichés, réunir plusieurs plaques voisines dans un ensemble parfaitement homogène et former ainsi l'équivalent d'un grand cliché, contenant alors les images photographiées d'une partie notable du Ciel.

» Ce groupement comprendra 16 degrés carrés, si l'on a fait un seul rattachement, 36 après le deuxième.

» Les grandes dimensions du cliché théorique constitué par ce procédé de jonction offrent la facilité de trouver, dans ces limites, un grand nombre de repères bien déterminés et bien suffisants pour le but à atteindre. C'est ce que j'ai montré dans une étude insérée au *Bulletin du Comité de la Carte du Ciel*.

» Cette dernière recherche, simple constatation de la réalité, mène à des résultats concluants. On voit, en effet, que les repères sont tellement abondants dans les surfaces de 16 degrés carrés, qu'il sera absolument superflu de recourir à un second rattachement.

» Le procédé de raccordement sous sa forme la plus simple fait donc disparaître la difficulté qui provient de l'insuffisance du nombre des repères.

» Il convient d'indiquer ici, en quelques mots, en quoi consiste le problème du rattachement. Malgré tous les soins pris pour exécuter les photographies dans des conditions toujours semblables, il est impossible que les coordonnées mesurées sur deux clichés voisins soient immédiatement et rigoureusement comparables. Chacun d'eux, en effet, représente la projection d'une portion de la sphère céleste sur un plan déterminé, et les plans de projection relatifs à deux plaques voisines sont inclinés l'un sur l'autre d'un certain angle. Les poses ont pu être effectuées à des époques très différentes; on ne saurait donc s'attendre à ce que la situation des

plaques, par rapport à l'axe de la lunette, l'orientation, l'échelle des mesures soient identiques dans les deux cas. Par suite, il est nécessaire de faire subir aux grandeurs mesurées certaines corrections, si l'on veut qu'elles constituent un système unique et homogène de coordonnées.

» Déjà, dans le premier Mémoire, j'ai fait connaître des formules qui résolvent ce problème théoriquement. La méthode devant bientôt entrer dans la phase des applications pratiques, il devenait nécessaire de lui donner sa forme définitive et complète.

» Cette étude est l'objet d'un second Mémoire très développé, dans lequel, en tenant compte des termes d'ordre supérieur, on rend la méthode applicable sans modification jusqu'à 6° du pôle.

» Les Tables destinées à faciliter les calculs sont aujourd'hui entièrement achevées, et l'on peut procéder d'une manière uniforme et rapide au travail de rattachement.

» Ce Mémoire renferme aussi un exemple pratique de la méthode du raccordement, exécuté sur cinq clichés mis à ma disposition par MM. Paul et Prosper Henry. J'ai cru devoir fournir cet exemple pour donner satisfaction au désir exprimé par plusieurs membres du Comité permanent, ainsi que par MM. Mouchez et Tisserand qui se sont succédé dans la présidence de ce Comité.

» Bien que le principe de la solution eût été reconnu exact, l'expérience seule pouvait décider si, dans un travail d'un genre aussi complètement nouveau, l'exécution effective ne révélerait pas quelque omission ou quelque cause perturbatrice inattendue.

» Cette application met d'ailleurs en lumière des conséquences qui me semblent dignes de toute l'attention de l'Académie. Elle confirme d'abord, sur tous les points, les prévisions théoriques et montre que le haut degré d'exactitude que j'avais cru pouvoir attribuer par avance à la méthode du rattachement n'était en aucune manière exagéré.

» On verra également figurer, dans cet exemple numérique, les solutions particulières fondées sur l'emploi des étoiles connues renfermées dans chacun des cinq clichés. Ces solutions ont pu être obtenues dans des conditions relativement avantageuses, car il s'est rencontré accidentellement dans les plaques que nous avons étudiées un nombre considérable d'étoiles de repère. Malgré cela la supériorité de la solution fondée sur la méthode de raccordement est manifeste, et il est certain que, dans la majorité des cas, elle se trouvera plus grande encore.

» Nous pouvons tirer ensuite de la même étude des conclusions inté-

ressantes au sujet de l'erreur probable absolue du travail photographique. Pour les plaques faites et mesurées à Paris, on peut estimer à $\pm 0'',11$ l'erreur totale à craindre sur une position relative. Dans ce chiffre si minime sont compris tous les effets atmosphériques et optiques qui peuvent altérer les situations apparentes de deux astres voisins, la distorsion de la plaque par une répartition inégale de la température, la déformation de la couche sensible, l'imperfection du réseau, les erreurs instrumentales dont l'effet subsiste après correction, l'erreur accidentelle des mesures et l'erreur personnelle de pointé. Il n'est guère possible dans la détermination absolue des coordonnées des astres de dépasser une limite d'exactitude pareille. La Photographie nous procure ainsi, avec une précision remarquable, les positions relatives des constellations stellaires. Si l'on parvient à rassembler dans un système unique et homogène toutes ces plaques, pour la construction d'un Catalogue, on aura fondé un inventaire fidèle du Ciel d'une valeur incomparable. Il est indispensable, si l'on veut tirer de ces mesures si exactes tout le parti qu'elles comportent, de les rattacher à une base très solide, c'est-à-dire à un centre de cliché bien déterminé. Ces considérations me semblent fournir des arguments décisifs en faveur du procédé de raccordement qui seul peut donner un nombre convenable d'étoiles de repère.

» Dans la surface de 16 degrés carrés que nous avons pu utiliser, grâce au rattachement des quatre clichés adjacents, il s'est rencontré 26 étoiles dont les positions pouvaient être empruntées à trois Catalogues au moins. On disposait donc, dans le cas actuel, d'éléments nombreux et exacts. Malgré cela, l'exactitude ainsi obtenue pour la situation du centre est à peine proportionnée à celle des positions relatives des images données par les mesures directes. L'emploi des repères d'un seul cliché n'aurait, par conséquent, conduit qu'à une conclusion tout à fait insuffisante.

» De l'examen de ce travail, il résulte aussi que la méthode photographique est appelée à jouer un rôle tout à fait prépondérant dans l'étude des situations relatives des astres. L'activité des astronomes devra changer de direction, sous peine de s'exercer d'une manière stérile. Les instruments méridiens seront affectés d'une manière plus spéciale à la détermination des positions des étoiles fondamentales et des astres mobiles.

» La Photographie les remplacera avec grand avantage pour la construction des Catalogues d'étoiles fixes, aussi bien que pour l'étude des mouvements sidéraux et des parallaxes.

» Dans une autre Communication, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les Tableaux donnant le résumé des applications pratiques qui confirment la rigueur de la méthode nouvelle. Les résultats font, en outre, ressortir la haute exactitude, que je viens de signaler, du travail photographique accompli à Paris. Comme on le sait, l'Observatoire de Paris a été chargé à lui seul de la confection de 1260 clichés embrassant une zone du Ciel de 6° largeur entre 18° et 24° de déclinaison.

» Cette tâche, une fois terminée, conduira à un Catalogue considérable renfermant les positions d'environ 300000 étoiles comprises entre la 1re et la 11e grandeur. Il n'y a plus aucun doute sur l'heureuse issue du travail inauguré par notre Observatoire, et nous avons le ferme espoir que les dix-sept autres établissements qui participent à l'entreprise commune tiendront à honneur de remplir leur programme. Il est désormais permis de prévoir, dans un avenir qui ne sera pas très éloigné, l'achèvement de l'œuvre intégrale. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières organiques constitutives du sol végétal;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« 1. Le sol végétal renferme des matières organiques, désignées sous le nom d'*humus*, et qui jouent dans le développement des plantes un rôle essentiel, quoique jusqu'ici mal défini. En effet, elles concourent à la nutrition des plantes, soit d'une façon immédiate, soit après avoir subi diverses élaborations par oxydation, hydratation, etc., sous les influences chimiques de l'air et de l'eau, activées par les agents microbiens. Elles y concourent encore par voie indirecte, en retenant au contact des racines l'azote, le soufre, le phosphore, les alcalis, maintenus à l'état insoluble sous la forme de combinaisons spéciales et soustraites ainsi à l'action épuisante du drainage. Enfin ces mêmes matières organiques du sol servent d'aliments aux organismes microscopiques, qui fixent l'azote libre, destiné à la nutrition des végétaux supérieurs.

» Nous poursuivons depuis plusieurs années l'étude de ces problèmes, si importants pour l'agriculture, et les faits que nous allons exposer nous semblent jeter un jour nouveau sur la constitution de l'humus.

» 2. Pour mieux la concevoir, il paraît nécessaire de rappeler en quelques mots l'origine de cette substance.

» Les matières organiques du sol proviennent des débris des végétations antérieures, déposés à sa surface, ou enfouis dans son épaisseur. Ces débris éprouvent une suite de réactions, les unes purement chimiques, les autres déterminées par des êtres voisins d'ordre inférieur, qui éliminent une portion du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, à l'état de principes binaires et d'éléments tels que l'eau, l'acide carbonique, l'azote, l'ammoniaque, l'acide azotique, le formène, etc., une autre portion étant changée en principes solubles et entraînée par les eaux dans les profondeurs. Une portion cependant subsiste à l'état insoluble, constituée par des principes plus résistants, qui exigeront des actions plus intenses, ou plus prolongées, pour disparaître à leur tour. C'est là ce qu'on appelle à proprement parler *humus* ou *principes humiques*, principes nécessaires pour le développement d'une végétation active et analogues à ces acides humiques mieux définis, que l'on obtient par la transformation des hydrates de carbone. C'est sur cet ordre de principes que portent nos recherches actuelles.

» 3. Elles s'appliquent à une terre débarrassée autant que possible des débris de plantes visibles et non mélangée avec des engrais, fumiers ou terreaux, susceptibles de contenir des produits incomplètement transformés. Dans une terre de ce genre, il ne subsiste plus en proportion sensible de celluloses ou hydrates de carbone, transformables en glucose par les procédés connus de l'analyse, et l'azote ammoniacal ne s'y trouve qu'en dose infinitésimale.

» Les chiffres suivants, relatifs à différents terrains de la station de Chimie végétale de Meudon, sont de nature à fixer les idées.

	I. Enclos [1].	II. Enclos (autre).	III. Terrasse.	IV. Parc.
Carbone organique	19,1	19,8	22,3	43,5
Hydrogène................	1,5	»	»	»
Azote....................	1,7	1,0	1,65	1,7
Oxygène organique, etc....	11,9	»	»	»
Matière organique totale....	34,2	32,9 env.	38,4 env.	72,3 env.

(1) C'est la seule terre sur laquelle le dosage complet de tous les éléments, tant minéraux qu'organiques, ait été effectué (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 290). Cette terre était à peu près saturée d'azote; tandis que la terre (II), de même richesse en carbone, demeurait susceptible d'absorber l'azote libre, sous l'influence des organismes inférieurs (*Même Recueil*, 6e série, t. XIV, p. 487).

» 4. La composition centésimale de la matière organique contenue dans le sol (I) est la suivante :

C	56,1	
H	4,4	Rapports atomiques : $C^{13,3}H^{12,7}AzO^{6,2}$.
Az	4,9	
O	34,6	
	100,0	

» Avec l'oxygène, évalué par différence, se trouve compris un centième environ de soufre, à l'état de composés organiques.

» Ces nombres se rapportent à des sols argilosiliceux normaux, dans lesquels la végétation s'entretient spontanément.

» 5. Voici maintenant des sables argileux, que nous avons analysés il y a une dizaine d'années, au moment où l'on venait de les extraire par des fouilles :

	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone organique	0,82	1,91	1,78	1,118
Azote organique	0,093	0,094	0,14	0,14
Matière organique totale calculée	1,40	3,25	3,03	2,01

» Ces sables, peu fertiles au début, se sont enrichis d'année en année, par suite du développement progressif de la végétation, corrélative de la fixation de l'azote de l'air par les microorganismes du sol. En dix années, ces sables ont été transformés dans notre station en un sol végétal véritable, analogue à ceux que nous citons plus haut, et cela sans l'intervention d'aucun engrais.

» 6. Notons, comme un fait très digne d'intérêt, que, dans les sols et sables analogues, le poids de l'azote forme jusqu'aux 5 et 6 centièmes de celui de la matière organique, pour les plus riches, et qu'il s'élève au moins aux 2 et 3 centièmes, pour les plus pauvres. Or, parmi les rapports ci-dessus, les plus élevés ne sont pas atteints, en général, dans la composition des végétaux. Même dans les portions les plus riches en azote, telles que les jeunes feuilles, l'azote ne s'élève guère qu'à 3 à 4 centièmes. La richesse relative en azote de la matière organique du sol répond dès lors à l'existence de ces organismes inférieurs, qui jouent un rôle prépondérant dans la fixation de cet élément. Nous avons fait la même observation sur des kaolins naturels, susceptibles également de fixer l'azote libre,

et dans lesquels cet élément formait jusqu'aux 7 centièmes de la matière organique qu'ils renfermaient.

» 7. Examinons maintenant de plus près les matières organiques contenues dans le sol, au point de vue de la possibilité de les séparer en plusieurs principes distincts, sous l'influence des réactifs.

» Soit l'eau d'abord : son action dans la nature est incessamment exercée sur des sols soumis à l'influence des eaux météoriques; et celles-ci ne sauraient guère y laisser que des produits à peu près insolubles. En effet, l'eau pure n'extrait à froid des sols précédents que des doses très faibles de principes organiques.

» D'après nos expériences ([1]), la partie ainsi dissoute contenait seulement un millième de l'azote total de la terre, à l'état d'azote ammoniacal ($1^{mg},7$ sur $1^{gr},74$ contenu dans un 1^{kg}), et un demi-centième à l'état d'azote amidé ($8^{mg},3$) : l'azote organique est donc fixé d'une manière fort stable dans la terre.

» 8. L'action des acides étendus et celle des alcalis étendus, même à froid, est beaucoup plus marquée. Elles produisent certains phénomènes d'hydratation et de dédoublement, que nous avons étudiés d'une façon approfondie dans un Mémoire antérieur ([2]), et ces phénomènes se compliquent de diverses oxydations produites par l'air, surtout en présence des alcalis. Quoique ces réactions soient développées par des voies différentes de celles qui agissent sur les sols naturels, cependant il n'est pas douteux que la présence des alcalis intervient aussi dans ces dernières, et l'on connaît l'analogie générale qui existe entre la plupart des réactions de dédoublement, produites soit par les agents chimiques proprement dits, soit par les ferments.

» 9. Rappelons, en quelques mots, les faits que nous avons observés dans l'étude de l'action des alcalis sur les matières humiques du sol. Dans un essai, celles-ci se sont partagées comme il suit. Sur 100 parties de carbone organique :

	Carbone.	Azote.
1° Les principes insolubles à froid dans les alcalis renfermaient....	31,2	»
Et ces principes eux-mêmes contenaient, en centièmes	»	4,0
2° Les principes solubles dans les alcalis, mais précipitables par les acides, renfermaient..	27,1	»
Et ces principes contenaient, en centièmes	»	5,6

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI, p. 370.
([2]) Même Recueil, 6e série, t. XXV, p. 314.

	Carbone.	Azote.
3° Les principes solubles dans les alcalis et non reprécipitables par les acides, c'est-à-dire engendrés nécessairement par dédoublement ou hydratation, renfermaient	40,0	»
Et ces principes contenaient, en centièmes	»	9,7

» Les seuls principes isolables, en suivant cette marche, sont les seconds. Ils contenaient, en centièmes,

C	55,2
H	6,8
Az	3,0
O	35,0
Cendres	3,5

» Ces principes se redissolvent aisément dans les liqueurs alcalines.

» Ils sont plus riches en hydrogène, plus pauvres en azote que l'ensemble de la matière humique, sans pourtant s'en écarter beaucoup comme richesse de carbone et d'oxygène.

» 10. Nous avons tenté une autre méthode, susceptible d'isoler les principes insolubles qui subsistent après l'action prolongée des acides. Elle repose sur l'emploi méthodique des acides fluorhydrique et chlorhydrique, agissant à froid, à plusieurs reprises; emploi suivi de lavages et de dessiccation dans le vide. La terre analysée contenait 85 centièmes de silice, en grande partie à l'état de grains fins de quartz cristallisé. Une portion de ces grains est libre et visible, une autre portion enveloppée et comme revêtue par les tissus d'êtres organisés microscopiques, qui en rendent le contact avec les acides et, par conséquent, l'attaque complète très difficile.

» Nous avons obtenu ainsi, après de longs et pénibles traitements, pour 1^{kg} de terre :

	Principes insolubles.	Proportion du carbone de ces principes comparé au carbone de la matière organique totale.
I. Terre de la terrasse	$25^{gr},60$	61,5 centièmes
II. Terre de l'enclos	$14^{gr},00$	34,3 »

11. *Composition des principes insolubles* (*séchés à* 110°).

	I.	II.
Carbone	55,32	56,58
Hydrogène	5,29	5,12
Azote	4,24	3,04
Soufre	0,84	35,26 (Soufre + Oxygène)
Oxygène	34,31	
	100,00	100,00
Cendres (quartz)	3,52	15,58

» Ces analyses sont voisines des précédentes, sauf pour l'hydrogène.

» 12. Nous avons étudié la réaction des principes insolubles dans les acides sur la potasse, dans les mêmes conditions que pour l'acide humique dérivé du sucre (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 6e série, t. XXV, p. 380). Les principes du sol enlèvent de même la potasse à ses solutions aqueuses étendues, en formant deux ordres de composés, les uns obtenus en présence d'un excès de potasse, et riches en alcali, les autres isolables par des lavages à froid très prolongés. Nous avons trouvé, par exemple, que 1gr de la matière humique précédente, mise pendant trois jours en présence de 200cc d'une solution contenant un centième de son poids de potasse ($K^2O = 2^{gr}$) a fixé, pour 100 parties :

	I.	II.
K^2O	29,4	29,4

» Mais cette fraction se rapporte à une portion seulement de la matière, un tiers étant demeuré dissous avec la matière (I), un quart avec (II). En tenant compte de cette circonstance, on trouve que

100 parties de la portion insoluble de (I) ont rendu insolubles 44 parties de potasse.
100 parties de (II) » » 42 »

» Le sel potassique insoluble a été lavé à l'eau froide, jusqu'à absence de réaction alcaline appréciable dans les eaux de lavage.

		I.	II.
Il contenait alors, sur 100 parties	C	61,8	61,3
	H	5,7	6,1
	Az	4,6	»
	En plus, K^2O	6,2	3,7

» Ces résultats sont fort analogues à ceux qui ont été obtenus avec l'acide humique artificiel, lequel a fixé, dans nos essais, d'une manière directe, 39,6 centièmes de potasse, et en a retenu, après des lavages prolongés, 9,9 centièmes. Ils montrent que les principes des sols envisagés ici offrent des propriétés semblables, notamment en ce qui touche l'aptitude à former des composés potassiques insolubles et doués d'une résistance pareille à l'action, même très prolongée, des eaux naturelles.

» On se rend compte par là de la propriété dite *absorbante* du sol, en ce qui touche les alcalis, la potasse en particulier. »

OPTIQUE. — *Sur les bandes d'interférence des spectres des réseaux sur gélatine.* Note de M. **A. Crova**.

« Les réseaux photographiés, par application sur gélatine bichromatée par la méthode de M. Izarn [1], peuvent donner lieu à des bandes d'interférences droites ou courbes, quelquefois très irrégulières, dans les spectres qu'ils produisent; des bandes analogues ont été observées par Brewster [2] dans d'autres circonstances; ces phénomènes se produisent avec un grand éclat dans les spectres obtenus par réflexion sur des réseaux de gélatine sur verre argenté.

» M. Izarn, en mentionnant ces bandes d'interférences, émet l'opinion qu'elles se rattachent aux phénomènes d'interférence par les réseaux parallèles, que j'ai étudiés autrefois [3]; je suis de son avis, du moins en ce qui concerne les réseaux par réflexion.

» La lumière solaire, réfléchie par le miroir d'un héliostat, est reçue sur une fente très étroite dont on projette, au moyen d'une lentille, l'image sur un écran; au foyer de cette lentille se produit une très petite image du soleil, que l'on reçoit sur la surface striée d'un réseau photographié sur gélatine sur verre argenté; les images réelles de la fente et des spectres diffractés sont reçues sur un écran placé au foyer conjugué de la fente par rapport à la lentille.

» Les spectres de diffraction sont sillonnés de larges bandes noires rectilignes parallèles aux raies, qui sont des minima à peu près absolus, l'in-

---

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. CXVI, p. 506 et 572; mars 1893.

(2) *Philosophical Magazine*, 4e série, t. XXXI, p. 22 et 98; 1866.

(3) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. LXXII, p. 855, et t. LXXIV; 1871-73.

tensité des rayons réfléchis sur la surface argentée étant très peu inférieure à celle des rayons incidents sur la gélatine.

» Avec une copie d'un beau réseau de Brunner au 200e, que je dois à l'obligeance de M. Izarn, les spectres de premier ordre présentent une large bande noire dans le vert quand le réseau est bien sec; vient-on à projeter l'haleine sur sa surface, la bande se déplace vers le violet; d'autres plus serrées entrent par l'extrémité rouge, et leur nombre s'élève à trois lorsque le dépôt de buée rend la projection confuse; les mêmes phénomènes se produisent en sens inverse pendant la dessiccation, et le déplacement des bandes devient rapide si l'on active l'évaporation en agitant l'air devant le réseau.

» Si, au lieu de n'intéresser qu'une partie minime de la surface du réseau, la lumière incidente s'étend sur toute sa hauteur, ce que l'on obtient en faisant varier la distance du réseau à la lentille, les franges se courbent, deviennent irrégulières et sont quelquefois dentelées.

» Le phénomène résulte de l'interférence de deux réseaux parallèles, l'un réel, situé à la surface de la gélatine, aux points où l'onde incidente rencontre sa partie discontinue, l'autre virtuel qui est son image dans le miroir argenté; leur distance, sensiblement constante, est le chemin optique $2ne$, e étant l'épaisseur, et n l'indice de la gélatine; au foyer de la lentille, la lumière n'intéressant qu'une partie minime de sa surface, l'épaisseur de la gélatine est sensiblement constante dans cette étendue, et les bandes sont rectilignes; si au contraire la lumière s'étend sur une surface considérable, la couche de gélatine a une épaisseur variable en ses divers points, surtout si l'on a séché la plaque verticalement pour l'égoutter; les raies se courbent alors en divergeant, et leur plus grand écartement correspond aux parties où la couche est la plus mince.

» Quand le réseau vient d'être préparé, la distorsion des bandes est très irrégulière; mais, après un grand nombre d'hydratations suivies de dessiccations, le phénomène devient plus régulier; après le fixage à l'eau du réseau et sa dessiccation, la gélatine a une sorte de trempe qui se manifeste comme on le sait par sa double réfraction accidentelle; mais, quand elle a été un grand nombre de fois hydratée et desséchée lentement, sa structure devient plus homogène, et les bandes ne présentent plus de dents de scie; il est possible que ces alternatives nuisent à la bonne conservation des réseaux, aussi est-il prudent de les conserver dans un endroit bien sec.

» En observant au goniomètre les spectres à bandes, celles-ci apparaissent comme de larges espaces très sombres; mais, si l'on fait usage de

la lumière solaire condensée sur la fente par une lentille cylindrique, les raies les plus fines du spectre sont définies dans ces espaces avec une merveilleuse netteté; la production de ces bandes parasites ne nuit donc en rien à la précision des mesures faites avec ces réseaux.

» Avec les réseaux en gélatine sur verre transparent, ces phénomènes ne sont guère perceptibles par réflexion ou par transmission, à cause de la presque identité des indices du verre et de la gélatine.

» Si l'on prend pour indice de la gélatine 1,52, on peut calculer facilement l'épaisseur de la couche de gélatine en fonction du nombre de bandes contenues dans le spectre réfléchi sur argent; j'ai ainsi trouvé que, dans la copie dont je me suis servi, l'épaisseur de la couche est $0^{mm},04$ quand elle est sèche, et environ $0^{mm},16$ quand elle est à son maximum d'hydratation; ce nombre n'est qu'approché, l'indice de la gélatine variant avec sa teneur en eau.

» Les copies de réseaux de M. Izarn sont d'une netteté admirable, et étudiées au microscope, elles ne diffèrent pas de l'original; dans un réseau de Froment au centième que je possède, l'intervalle opaque est sensiblement égal à un cinquième de l'intervalle transparent; il en est de même dans la copie faite par M. Izarn; celle-ci n'est donc pas un négatif, mais bien un positif; les intervalles transparents sont de minces bandes de gélatine insolubilisée, tandis que les intervalles opaques sont le lieu des points où la gélatine restée soluble a été enlevée par l'eau; mais, en raison de l'extrême finesse de ces intervalles, l'eau a dû, par suite d'actions capillaires, creuser de simples rainures cylindriques qui, en présence d'une onde plane, se comportent comme un corps opaque. Dans le cas où l'intervalle opaque serait très grand par rapport à l'intervalle transparent, le contraire pourrait avoir lieu, mais il est facile de prévoir que, même dans le cas où les deux intervalles seraient transparents, la différence des indices de la gélatine et de l'air suffirait à produire des phénomènes identiques à ceux du réseau. Cette question appelle de nouvelles études. »

CHIMIE. — *Recherches sur le samarium* (1).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Absolument et relativement à l'orangée du Sm, la bande Z_ζ se renforce quand on tire l'étincelle renversée, non au bord mais au milieu du

(1) *Comptes rendus*, 20 mars 1893, p. 611.

liquide. La quantité et la nature de l'acide modifient aussi l'éclat relatif des deux bandes.

» Pour les expériences ci-après résumées, j'ai employé de la samarine assez pure, mais non fractionnée.

» *Action de* HCl. — La solution aqueuse de chlorure de Sm, sensiblement neutre, montre, au renversement, la bande Z_ζ assez faible et très inférieure à l'orangée; par addition de HCl à la liqueur, on augmente notablement Z_ζ, laquelle peut même arriver, dans des conditions tout à fait favorables, à être presque aussi forte que l'orangée.

» Il est essentiel, pour bien observer Z_ζ, d'avoir des solutions très limpides et d'employer une terre soigneusement nettoyée, les moindres impuretés paraissant nuire beaucoup à la formation de Z_ζ.

» *Action de* $AzHO^3$. — Avec la solution aqueuse de nitrate de Sm, à peu près neutre, la bande Z_ζ est ordinairement beaucoup plus faible que l'orangée; mais, si l'on ajoute à la liqueur une quantité suffisante d'acide nitrique, Z_ζ devient *très notablement* plus forte que l'orangée, du moins dans des solutions assez concentrées.

» Sans atteindre à une semblable intensité, Z_ζ est renforcée quand on ajoute de l'acide nitrique à une solution chlorhydrique de Sm.

» La bande Z_ζ n'a pas le même aspect avec HCl et avec $AzHO^3$; dans HCl, elle est assez nette à droite et très vague vers le rouge; dans $AzHO^3$, le bord droit est passablement nébuleux et le bord gauche l'est seulement un peu plus que le droit. L'emplacement du bord droit de la bande avec HCl est obscur avec $AzHO^3$, mais le centre paraît être assez peu déplacé. La dissymétrie de la bande dans HCl rend d'ailleurs difficile la mesure du centre.

Positions approchées trouvées avec des spectres moyennement intenses.

Z_ζ dans HCl milieu apparent	$\lambda = 614,4$ (¹)
» bord droit	$\lambda = 611,8$ (²)
Z_ζ dans $AzHO^3$ milieu apparent	$\lambda = 615,5$
» bord droit	$\lambda = 614,4$

(¹) L'intensité étant plus grande à droite qu'à gauche, le centre réel doit être un peu plus à gauche que 614,4.

(²) J'avais indiqué $\lambda = 611,2$ pour la raie du bord droit; mais, dans la mesure actuelle, la bande est moins forte; la position du bord droit doit donc être maintenant trouvée légèrement trop à gauche et les mesures s'accordent au fond assez bien.

» *Action de l'acide acétique.* — Avec une solution aqueuse d'acétate neutre de samarine, Z_ζ ne fut pas visible. En ajoutant à la liqueur $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de son volume d'acide acétique, on augmenta un peu la fluorescence, mais Z_ζ ne se montra pas. L'addition d'une notable quantité de $AzHO^3$ fit alors apparaître Z_ζ, mais celle-ci était encore bien plus faible que l'orangée. Par une addition considérable de $AzHO^3$, Z_ζ arriva cependant à presque égaler l'orangée.

» De la samarine fut dissoute dans $AzHO^3$ en excès et la solution fut divisée en deux parts égales, A et B.

» Un certain volume d'eau ayant été ajouté à A, la bande Z_ζ se montra très visible, quoique plus faible que l'orangée.

» Un volume d'acide acétique (soi-disant pur et à 8°), égal à la moitié de celui de l'eau mise en A, fut ajouté à B. On aperçut encore Z_ζ, mais elle était moins bien marquée qu'avec A. On ajouta ensuite autant d'acide acétique qu'on en avait déjà mis (en tout, la même quantité que d'eau en A). Z_ζ s'affaiblit et devint bien inférieure à ce qu'elle était avec A.

» L'acide acétique (ou les impuretés qu'il renferme) paraît donc entraîner la production de la bande Z_ζ.

» *Comparaison de* Z_β *et de* Z_ζ. — J'ai signalé l'accroissement de ces fluorescences, obtenu en tirant l'étincelle au milieu du liquide et leur diminution en présence du perchlorure de fer. Z_α et S*m* sont, au contraire, plus ou moins affaiblies quand l'étincelle jaillit au milieu du liquide et sont moins sensibles à l'action du perchlorure de fer.

» Vis-à-vis d'un excès de HCl, Z_β et Z_ζ se comportent encore d'une façon analogue et sont augmentées, surtout Z_β; tandis que Z_α ne l'est pas autant.

» L'acide nitrique fait, au contraire, subir à Z_β et à Z_ζ des variations très différentes, Z_ζ étant fort augmentée et Z_β beaucoup moins.

» *Comparaison de* Z_α *et de* Z_β. — Une terre, riche en Z_α et en Z_β, fut dissoute dans HCl; on dessécha et reprit par l'eau. Dans cette solution aqueuse Z_α était bien plus forte que Z_β. Après addition à la liqueur de $\frac{1}{2}$ de son volume de HCl, Z_β dépassait Z_α.

» De la même terre fut dissoute dans $AzHO^3$; on dessécha et reprit par l'eau. Z_α était bien plus forte que Z_β. Par addition à la liqueur de $\frac{1}{2}$ de son volume de $AzHO^3$, Z_α et Z_β s'augmentèrent, Z_α restant toujours plus forte que Z_β; on ajouta alors autant de HCl qu'on avait d'abord mis de $AzHO^3$. Z_α diminua un peu (dilution de la solution?), mais Z_β fut très augmentée et dépassa Z_α.

» Une plus grande teneur en terre des solutions chlorhydriques et nitriques paraît favoriser Z_ζ relativement à l'orangée Sm.

» On voit, par ce qui précède, que la comparaison des bandes de renversement Z_ζ et orangée Sm est assez délicate à faire dans les divers numéros d'un fractionnement. »

MINÉRALOGIE. — *Remarques sur le fer natif d'Ovifak et sur le bitume des roches cristallines de Suède.* Extrait d'une Lettre de M. **Nordenskiöld** à M. Daubrée.

« Je suis extrêmement intéressé par les expériences faites en France pour produire artificiellement le diamant et par les analyses du fer diamantifère de Cañon-Diablo. De ce dernier, j'ai acheté un bloc de 200^{kg}, achat par lequel j'ai presque ruiné le budget de notre Musée, mais motivé par la ressemblance de ce fer avec quelques-unes des variétés du fer d'Ovifak, au Groënland. Parmi les blocs plus ou moins gros que j'ai rapportés en 1870 d'Ovifak, il y en avait un d'environ 40^{kg} qu'il fut *impossible de scier, ni de couper.* Je suppose aujourd'hui que cette difficulté était causée par des diamants noirs disséminés dans le fer. Dès que j'aurai fini quelques recherches qui m'occupent, j'examinerai les différentes variétés de fer d'Ovifak, au point de vue des modifications de carbone qu'elles renferment.

» Ne rencontrez-vous pas des bitumes ou de l'asphalte dans les roches cristallines? Comme vous savez, nous en trouvons des masses assez considérables en Suède, dans nos mines de fer, surtout dans celles des environs de Norberg et de Dannemora.

» Il existe deux types tout à fait différents de ces bitumes :

» (*a*) Bitumes donnant beaucoup de produits à la distillation et ne laissant après leur combustion presque point de cendres;

» (*b*) Bitumes ressemblant à l'anthracite, n'abandonnant à la distillation que des quantités insignifiantes et laissant un poids assez notable de cendres.

» J'ai analysé la cendre des bitumes anthracitiques et j'ai trouvé qu'elle contient toujours, outre silice, fer, chaux, magnésie, etc., plusieurs parties pour 100 des oxydes de nickel, d'urane (3 pour 100), des terres de la cérite et de la gadolinite. Ces mêmes oxydes, jusqu'à présent réputés si rares, se trouvent aussi dans la cendre d'une espèce de char-

bon formant de grands nodules dans nos plus anciennes couches sédimentaires (schiste à alun), ainsi que dans la grahamite de l'Amérique du Nord.

» L'association dans les minéraux asphaltiques, de la matière, charbonneuse avec le nickel, l'uranium, le cérium, l'yttrium, etc., me semble fournir une indication; d'une part, sur l'origine des substances bitumineuses dans nos roches cristallines et nos plus anciens schistes sédimentaires, qui seraient dues à des émanations de l'intérieur du globe; d'autre part, sur l'existence de combinaisons de l'oxyde de carbone avec l'uranium, l'yttrium, le cérium, etc., analogues au nickel carbonyle.

» Il me paraît également digne d'attention que l'uranium, regardé jusqu'à présent comme restreint à quelques localités caractérisées par des formations géologiques spéciales, est beaucoup plus répandu qu'on ne l'a supposé, même dans des terrains sédimentaires. »

M. **Berthelot**, à l'occasion de la Communication précédente, rappelle le fait suivant, relaté par Avicenne dans ses ouvrages arabes, ainsi que dans leurs traductions latines : Un aérolithe, étant tombé dans l'Asie centrale, dans le Djorjan, au XI[e] siécle, au temps de Mahmoud le Gaznévide, ce souverain ordonna d'en fabriquer une épée, à laquelle il attribuait sans doute des propriétés magiques. Mais le métal ne put être travaillé : « *Erat infrangibile et infabricabile.* »

Ce fait est analogue à celui qu'a observé M. Nordenskiöld.

L'idée que le fer tombé du ciel devait posséder des propriétés merveilleuses a subsisté jusque de notre temps, comme en témoigne la fabrication, relatée par Boussingault, avec le fer météorique, d'une épée pour le général Bolivar, en Amérique.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire, actuellement vacante à l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 44 :

M. Prosper Henry obtient l'unanimité des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 40 :

M. Paul Henry obtient l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En *première ligne*. . . . . . M. **Prosper Henry.**
En *seconde ligne* . . . . . . M. **Paul Henry.**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice biographique sur *Georges Dufaud*, élève de la première promotion de l'École Polytechnique, ingénieur-constructeur des usines de Fourchambault (1777-1852), par M. *Alfred Saglio*.

2° Une brochure de M. *Émile Rousse*, ayant pour titre : « Flore de la Roche-Guyon (Seine-et-Oise) ». (Présentée par M. Chatin.)

ASTRONOMIE. — *Observations de petites planètes, faites à l'observatoire de Toulouse (grand télescope)*. Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Tisserand.

Dates 1893.	Planètes 1893.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.
Févr. 14.	J	*a* 2195 BD + 15°	8,7	— ^{m}19^{s},54	— 2′. 7″,5	16:12
Mars 21.	R	*b* 2602 BD + 5	8,0	+ 55,12	+ 3. 0,7	12:12
22.	R	*b* »	»	— 4,02	+ 6.14,6	18:12
22.	L	*c* 2610 BD + 0	8,5	— 69,11	—10.13,8	18:12
23.	R	*b* »	»	— 55,61	+ 9. 2,0	18:12
23.	L	*c* »	»	—1.44,32	— 7.59,6	15:20
25.	R	*b* »	»	—3. 3,42	+15.36,7	15:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moy. 1893,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 14....	*a*	10.18. 2,29	1,32	15.21.49,2	−3,57	319-320 W_2. H. 10
Mars 17....	*b*	12. 9.47,25	1,47	5. 7. 7,6	−9,56	108 W_1. H. 12
22....	*b*	»	1,47	»	−9,56	»
22....	*c*	9.59.30,75	1,22	0. 2.38,4	−4,86	1239 W_1. H. 9
23....	*b*	»	1,48	»	−9,57	»
23....	*c*	»	1,22	»	−4,88	»
25....	*b*	»	1,49	»	−9,57	»

Positions apparentes des planètes.

Dates 1892.	Temps moyen de Toulouse.	Planètes 1893.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s		h m s		° ′ ″	
Févr. 17...	15.12.36	J	10.17.44,07	$\bar{1},472$	15.19.38,1	0,662
Mars 21...	11.51.50	R	12.10.43,84	$\bar{2},573_n$	5. 9.58,7	0,738
22...	12.36.35	R	12. 9.44,70	$\bar{2},749$	5.13.12,7	0,737
22...	11.56.52	L	9.58.22,86	$\bar{1},333$	− 0. 7.40,3	0,784
23...	10.13.29	R	12. 8.53,12	$\bar{1},296_n$	5.15.59,9	0,743
23...	9.19.40	L	9.57.47,65	$\bar{2},771_n$	− 0. 5.26,1	0,783
25...	15.39. 0	R	12. 6.45,32	$\bar{1},556$	5.22.34,6	0,755

ASTRONOMIE. — *Les Biélides*. Note du **P. François Denza**, présentée par M. Tisserand.

« Outre les observations des Léonides, faites à l'observatoire du Vatican dans les nuits du 13 au 16 du dernier novembre, on en fit également dans les soirées suivantes pour se rendre compte des étoiles filantes du radiant d'Andromède constituant les différents groupes qui appartiennent à la comète de Biéla, dont le nœud descendant traversait cette année l'orbite terrestre.

» Les observations eurent lieu le soir d'assez bonne heure, vu que la constellation d'Andromède est déjà haute à cette heure-là sur l'horizon. La Lune empêchait par son éclat d'explorer le ciel, notamment dans la soirée du 27. Le ciel a été généralement toujours pur et clair.

» Le nombre total et horaire des météores aperçus chaque soir a été :

Nuit du	Nombre des météores. Total.	Horaire.
20	33	11,0
21	50	16,2
27	8	3,2

» Il résulte de ce Tableau que, sauf dans la soirée du 21, dans les deux autres il n'y eut pas d'augmentation et, surtout le soir du 27, le nombre des météores fut très petit, bien qu'il faille toujours tenir compte de l'empêchement provenant de l'éclat de la Lune.

» Les trajectoires furent reportées sur les cartes à projection gnomonique et l'on releva les radiants suivants :

Radiants.	α	δ	Constellations.
1.........	25	+30	Andromède.
2.........	50	+48	Persée.
3.........	65	+45	Cocher.

» Bien qu'en petit nombre, on voit que les météores du radiant d'Andromède ne manquèrent pas.

» Dans les premières heures de la soirée du 17, l'assistant pour la photographie céleste, M. l'ingénieur Frédéric Mannucci, qui se préparait à ses observations sur la tour Léonine, remarqua une abondante pluie d'étoiles filantes rayonnant d'Andromède en grande partie; mais, comme on n'en traça point la trajectoire, et que l'observation n'en fut point faite régulièrement, on ne peut en dire rien de plus.

» La pluie météorique du soir du 23, apparue presque subitement, fut plus abondante encore. Elle fut aperçue par l'observateur, M. Fortunato Bevitori, qui se trouvait dans la cour de Saint-Damase, dans le Vatican, d'où il ne pouvait voir qu'une portion assez restreinte du ciel, à savoir, les constellations d'Orion, du Taureau et du Cocher. S'étant mis en observation, il put compter, en deux heures, jusqu'à 121 météores, ainsi distribués :

Heures.	Météores.
10,00....................	18
10,15....................	10
10,30....................	18
10,45....................	15
11,0....................	16
11,15....................	14
11,30....................	13
11,45....................	17
Total..........	121

» Comme la partie de ciel explorée était à peu près le sixième de tout le ciel libre, ce nombre de 121 météores, rapporté à tout le ciel, donnerait au delà de 700 météores en deux heures. Et si l'on réfléchit que la vue de l'observateur était, en outre, empêchée par des lumières étrangères, et surtout par l'éclairage de la cour, il est évident que tous les météores de moindre grandeur durent lui échapper. Aussi, peut-on dire sans rien exagérer, que les météores apparus en deux heures ne furent pas moins de mille.

» Le P. Lais, sous-directeur de l'observatoire, qui se trouvait sur la tour Léonine, s'étant aperçu de l'abondance de cette pluie, sortit sur la terrasse, d'où l'on voit tout l'horizon et, en vingt minutes, il compta 30 étoiles filantes; ce qui donnerait 180 météores en deux heures pour un seul observateur, et 720 pour quatre observateurs. Ce nombre correspond à peu près à l'autre rapporté ci-dessus. Il faut, de plus, noter ici que l'observation fut faite un peu à la hâte, et sans tenir compte des météores de moindre grandeur. Il se confirme ainsi que le nombre des météores dût être au moins un millier.

» Cette fois encore on ne fit point d'observations régulières, parce qu'on ne s'attendait pas à cette apparition si soudaine. Néanmoins, le P. Lais put très bien constater que le radiant d'où émanaient presque tous les météores, était en Andromède, un peu au nord-est de la comète Holmes qui, ce soir-là, avait la position

$$\alpha = 0^h 42^m, \qquad \delta = 36^\circ 53'.$$

» La pluie de météores du 17, aussi bien que celle du 23 novembre dut être composée de Biélides, eu égard à leur radiant en Andromède, provenant peut-être d'essaims de corpuscules qui, autrefois, faisaient partie de la célèbre comète. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la correspondance par orthogonalité des éléments*. Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« 1. Deux surfaces S et S_1 se correspondent par orthogonalité des éléments lorsqu'on peut établir entre les points M de la surface S et les points M_1 de la surface S_1 une relation telle qu'à un élément MM' de S, il corresponde sur S_1 un élément $M_1 M'_1$, perpendiculaire à MM'.

» L'idée première de cette correspondance appartient à M. Moutard; M. Darboux en a fait ressortir toute l'importance en montrant ([1]) que le problème de la déformation infiniment petite d'une surface S revient à la détermination de toutes les surfaces S_1 qui correspondent à S par orthogonalité des éléments.

» Au cours de ses leçons à la Sorbonne, M. Darboux a donné deux méthodes permettant de résoudre ce dernier problème; nous nous proposons d'en faire connaître une troisième.

» 2. Supposons que les coordonnées rectangulaires x, y, z d'un point M de la surface S soient exprimées au moyen de deux paramètres u et v; appelons x_1, y_1, z_1 les coordonnées du point correspondant M_1. On a, par hypothèse,

$$S\,dx\,dx_1 = dx\,dx_1 + dy\,dy_1 + dz\,dz_1 = 0,$$

ou

$$S\left(\frac{\partial x}{\partial u}du + \frac{\partial x}{\partial v}dv\right)\left(\frac{\partial x_1}{\partial u}du + \frac{\partial x_1}{\partial v}dv\right) = 0$$

ou encore

$$du^2\, S\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x_1}{\partial u} + du\,dv\left(S\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x_1}{\partial v} + S\frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial x_1}{\partial u}\right) + dv^2\, S\frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial x_1}{\partial v_1} = 0.$$

» Cette égalité devant avoir lieu quels que soient du et dv, on en conclut

$$(1)\qquad \begin{cases} S\dfrac{\partial x}{\partial u}\dfrac{\partial x_1}{\partial u} = 0, \\ S\dfrac{\partial x}{\partial u}\dfrac{\partial x_1}{\partial v} + S\dfrac{\partial x}{\partial v}\dfrac{\partial x_1}{\partial u} = 0, \\ S\dfrac{\partial x}{\partial v}\dfrac{\partial x_1}{\partial v} = 0. \end{cases}$$

Pour intégrer ce système de trois équations simultanées aux inconnues x_1, y_1, z_1, posons

$$\begin{cases} S x_1 \dfrac{\partial x}{\partial u} = H, \\ S x_1 \dfrac{\partial x}{\partial v} = K. \end{cases}$$

Différentiant ces égalités successivement par rapport à u et à v, et tenant

---

([1]) *Société mathématique de France*, séance du 17 décembre 1873, et *Comptes rendus*, mars 1883.

compte des équations (1), nous aurons

$$(2)\quad \begin{cases} S x_1 \dfrac{\partial^2 x}{\partial u^2} = \dfrac{\partial H}{\partial u}, \\ S x_1 \dfrac{\partial^2 x}{\partial u\, \partial v} = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{\partial H}{\partial v} + \dfrac{\partial K}{\partial u}\right), \\ S x_1 \dfrac{\partial^2 x}{\partial v^2} = \dfrac{\partial K}{\partial v}. \end{cases}$$

Si l'on élimine entre les équations (2) les inconnues x_1, y_1, z_1, on obtiendra deux équations auxquelles doivent satisfaire les fonctions H et K. Ces fonctions une fois connues, trois des équations (2) nous donneront x_1, y_1, z_1.

» 3. Nous effectuerons cette élimination en supposant u et v respectivement égaux à x et à y. Les équations (2) deviennent

$$x_1 + z_1 p = H,$$

$$y_1 + z_1 q = K.$$

$$(3)\quad \begin{cases} z_1 r = \dfrac{\partial H}{\partial x}, \\ z_1 s = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{\partial H}{\partial y} + \dfrac{\partial K}{\partial x}\right), \\ z_1 t = \dfrac{\partial K}{\partial y}, \end{cases}$$

p, q, r, s, t désignant, suivant l'usage, les dérivées partielles des deux premiers ordres de z par rapport à x et à y.

» Des équations (3) on déduit, r, s, t étant supposés différents de zéro,

$$\frac{\dfrac{\partial H}{\partial x}}{r} = \frac{\dfrac{\partial H}{\partial y} + \dfrac{\partial K}{\partial x}}{2s} = \frac{\dfrac{\partial K}{\partial y}}{t}.$$

» L'élimination de K entre ces deux équations donne l'équation, à laquelle satisfait H :

$$t\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} - 2s\frac{\partial^2 H}{\partial x\, \partial y} + r\frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + r\frac{\partial H}{\partial x}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{r}{t}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{2s}{t}\right)\right] = 0.$$

» On obtiendra ensuite K au moyen d'une quadrature de différentielle totale.

» 4. Comme application de la méthode générale exposée au n° 2, cherchons les surfaces S_1 qui correspondent par orthogonalité des élé-

ments à une surface réglée S. Soient

$$x = au + \alpha,$$
$$y = bu + \beta,$$
$$z = cu + \gamma$$

les équations de cette surface. Les équations (2) deviennent

(4) $$x_1 a + y_1 b + z_1 c = H,$$

(5) $$x_1(a'u + \alpha') + y_1(b'u + \beta') + z_1(c'u + \gamma') = K,$$

(6) $$0 = \frac{\partial H}{\partial u},$$

(7) $$x_1 a' + y_1 b' + z_1 c' = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial H}{\partial v} + \frac{\partial K}{\partial u}\right),$$

(8) $$x_1(a''u + \alpha'') + y_1(b''u + \beta'') + z_1(c''u + \gamma'') = \frac{\partial K}{\partial v}.$$

» L'équation (6) montre que H est une fonction de v seulement.

» Éliminant x_1, y_1, z_1 entre les équations (4), (5), (7), (8), on trouve

$$\frac{\partial K}{\partial u}(Au^2 + Bu + C) + \frac{\partial K}{\partial v} D + K(Eu + F) + Lu^2 + Mu + N = 0,$$

A, B, C, D, E, F, L, M, N désignant des fonctions de v. L'intégration de cette équation se ramène à celle du système des équations différentielles

$$\frac{du}{Au^2 + Bu + C} = \frac{dv}{D} = \frac{-dK}{K(Eu + F) + Lu^2 + Mu + N}.$$

» L'équation qu'on obtient en considérant les deux premiers rapports est précisément l'équation différentielle des lignes asymptotiques de la surface S. Soit

(9) $$u = \frac{V_1(v) + \lambda V_2(v)}{V_3(v) + \lambda V_4(v)}$$

l'intégrale générale de cette équation. En remplaçant, dans le troisième rapport, u par sa valeur (9), on voit que K vérifie une équation différentielle linéaire. On en déduira

(10) $$K = \varphi(v, \lambda, \mu),$$

μ désignant une nouvelle constante arbitraire. Si l'on établit entre λ et μ une relation arbitraire

(11) $$\mu = \psi(\lambda),$$

et qu'on élimine λ et μ entre les équations (9), (10) et (11), on obtiendra l'expression la plus générale de K. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la possibilité de définir une fonction par une série entière divergente.* Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Appell.

« Une fonction peut être définie par une propriété telle qu'on puisse obtenir toutes ses fractions rationnelles approchées. Celles-ci forment, comme l'on sait, une suite infinie à double entrée; de cette suite peuvent être extraites, par l'application d'une même loi, une infinité de suites à simple entrée, telles que toutes les fractions d'une même suite soient les réduites successives d'une fraction continue simple; l'une de ces fractions continues simples, celle d'Euler, a pour réduites les polynômes successifs du développement en série de la fonction ([1]).

» *De toutes ces fractions continues simples, les unes peuvent être divergentes, les autres convergentes; en particulier, la série peut être convergente ou divergente.*

» Le premier exemple de cette proposition générale a été donné par Laguerre : la fonction est définie par une équation différentielle linéaire du premier ordre; il en déduit, d'une part, une série qui satisfait, au point de vue formel, à l'équation, et qui est divergente; d'autre part, une fraction continue qui converge vers la fonction. Halphen a donné le second exemple, en faisant voir que deux des fractions continues simples relatives à $\sqrt{X}$, X, étant un polynôme du troisième degré, peuvent converger dans une partie du plan, tandis que la série diverge, et diverger en certains points du plan, tandis que la série y converge. Je me propose de reprendre ce second exemple, de manière à justifier complètement la proposition générale énoncée.

» La propriété qui définit la fonction peut être d'avoir pour fractions rationnelles approchées une suite convenable de fractions données *a priori;* en particulier, pour polynômes approchés, une suite de polynômes composant une série entière, qui, d'ailleurs, peut être convergente ou divergente. Cette propriété permet, en effet, d'obtenir toutes les fractions rationnelles approchées de la fonction; de former, par suite, toutes les fractions continues simples qui lui correspondent; et il suffit que l'une

---

([1]) *Sur la représentation approchée d'une fonction par des fractions rationnelles.* Thèse de doctorat. Gauthier-Villars et fils; 1892.

de ces fractions continues soit convergente pour que l'on puisse obtenir effectivement la valeur numérique de la fonction, pour une valeur donnée de la variable.

» A ce point de vue, on peut montrer que les règles élémentaires du calcul des séries entières sont applicables aux séries divergentes aussi bien qu'aux séries convergentes :

» *Si deux séries entières, convergentes ou divergentes, définissent chacune une fonction, la série entière, convergente ou divergente, obtenue en les ajoutant terme à terme, définit elle-même une fonction qui est la somme des deux premières.*

» Un théorème analogue peut être énoncé pour la multiplication. »

PHYSIQUE. — *Nouveau scléromètre.* Note de M. **Paul Jannettaz**, présentée par M. G. Lippmann.

« *Nouveau scléromètre.* — L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but, ainsi que les scléromètres construits jusqu'à ce jour, à l'imitation de celui de Seebeck, de mesurer la dureté définie comme résistance à la rayure. Il se compose essentiellement d'une plate-forme rendue horizontale au moyen de vis calantes et munie de divers organes de mouvement qui permettent de placer une région quelconque du corps, dont on veut déterminer la dureté, au-dessous d'une pointe verticale. Cette pointe est portée par un fléau de balance, de telle sorte que l'on peut la rendre exactement normale au corps qu'elle doit rayer; les mouvements verticaux du fléau sont de deux sortes : un mouvement rapide et un mouvement lent qui amène sans choc la pointe au contact du corps.

» Le fléau est muni de coupelles destinées à recevoir les poids qui produisent la pression. En outre, à une de ses extrémités, le fléau porte une vis qui permet d'obtenir l'horizontalité, à l'autre une tige creuse formant porte-outil et pouvant recevoir tout un jeu de pointes : 1° Pointes de cuivre ou d'acier d'angles variables, rectilignes ou recourbées de manière à faire, une fois en place, des angles déterminés avec la plate-forme; 2° Pointes cristallines enchâssées dans une mâchoire métallique; l'emploi de pointes cristallines n'est pas seulement nécessaire pour attaquer des corps très durs, il a l'avantage de permettre d'avoir recours à des éléments de dureté très voisine, comme sont par exemple les angles ou les arêtes d'un même

cristal. Un fléau très léger, en aluminium, sert à observer les corps sur lesquels on n'agit qu'avec de faibles poids.

» Le point caractéristique de l'appareil est de produire la rotation du corps essayé dans un plan horizontal au-dessous de la pointe. De la sorte celle-ci trace une ligne de rayure de forme circulaire et il est facile sur cette ligne continue, produite en tous les points et ensuite examinée dans des conditions identiques, de déterminer les différences de dureté suivant les diverses directions d'un même corps. On peut, au lieu d'opérer avec un poids permettant d'obtenir une circonférence complète, choisir des poids assez faibles pour ne produire de raie que sur des arcs de cercle plus ou moins allongés.

» La première méthode est préférable, d'autant que la raie est observée au microscope; on détermine au micromètre la largeur de la raie en ses divers points. Cette méthode supprime les erreurs provenant, notamment, dans les déterminations faites au juger, des différences d'éclairage et de poli; de plus, elle permet d'établir la dureté relative des différents corps.

» Pour les corps homogènes comme les métaux il est inutile de recourir à la rotation de la plate-forme, on déplace le corps suivant un mouvement de translation; quant aux observations, elles se font au microscope, par réflexion. Je ne citerai que deux expériences relatives aux duretés du cuivre et du zinc; un grand nombre d'auteurs considèrent ce dernier métal comme plus dur que le premier; en opérant avec des métaux suffisamment purs, il est au contraire facile de constater que le cuivre est plus dur que le zinc. Ce fait mérite d'autant plus d'être signalé qu'il supprime une exception à la concordance très nette qui existe dans l'ordre des différents corps simples rangés suivant des valeurs croissantes de la dureté et des valeurs décroissantes des volumes atomiques. »

PHYSIQUE. — *Sur les indications du niveau de l'eau dans les chaudières à vapeur par le tube en verre, et leur influence sur les explosions*. Note de M. **Hervier**. (Extrait.)

« On attribue généralement au manque d'eau une grande partie des explosions de chaudières à vapeur; aussi les pouvoirs publics ont-ils imposé aux industriels de sévères prescriptions pour qu'ils puissent se rendre un

compte exact, à chaque instant, de la position occupée par le niveau du liquide dans les générateurs.

» De tous les appareils en usage, le seul reconnu par l'administration, comme donnant des indications précises, est le tube en verre.

» Cependant, on a constaté que, dans beaucoup de circonstances, le tube en verre avait induit le chauffeur en erreur. On a attribué ces indications erronées aux dispositions défectueuses des tuyaux, aux ébullitions tumultueuses, à la présence dans le tube de bulles de vapeur ou de matières émulsionnantes, enfin à l'obstruction des tuyaux par les matières étrangères.

» Mais la cause d'erreur la plus grave, et qui n'a pas jusqu'ici été signalée, provient de la perte de charge due à la condensation de la vapeur dans le tube et dans le tuyau d'amenée de cette vapeur.

» Le tube indicateur doit être en rapport d'un côté avec la réserve de vapeur, de l'autre avec l'eau contenue dans la chaudière.

» Les tubulures de communications, munies de robinets pour permettre de nettoyer et de remplacer au besoin le tube en verre, sont, le plus souvent, munies de tuyaux plus ou moins longs, de manière à faciliter l'accès et la fermeture des robinets, en cas de rupture accidentelle du tube.

» La vapeur contenue dans le tube et dans le tuyau supérieur de communication, en contact avec l'air ambiant, se condense continuellement, et crée une perte de charge qui se traduit par une colonne d'eau qui dénature le niveau vrai.

» Quand une circonstance accidentelle diminue la section du passage de la vapeur, la différence peut devenir considérable.

» Pour s'en assurer, il suffit de fermer partiellement et progressivement le robinet placé sur le tuyau. A partir d'une certaine limite, variable avec les conditions d'installation, chaque phase de la fermeture du robinet crée un niveau spécial.

» Ce niveau, qui diffère essentiellement de celui qui existe dans la chaudière, a cependant toutes les apparences du niveau vrai : l'oscillation de l'eau dans le tube est même particulièrement remarquable.

» Lorsque l'obstruction du tuyau est complète, ce qui se produit plus spécialement pour celui d'amenée d'eau, l'oscillation dans le tube est nulle; un chauffeur attentif peut reconnaître le défaut et y remédier en ouvrant le robinet de purge. Cette purge même, faite dans les conditions ordinaires, n'a aucune action sur l'engorgement partiel du tuyau d'amenée de vapeur, et ne fournit aucune indication pour le constater. »

» Les ébullitions tumultueuses, qui ont donné jusqu'ici la meilleure explication des indications erronées du tube en verre, ne sauraient par leur seule action produire des effets suffisamment continus pour faire persévérer le chauffeur dans son erreur; elles paraissent, du reste, ne commencer que lorsque le niveau de l'eau s'est abaissé outre mesure dans la chaudière; et, avant qu'elles se produisent, le chauffeur peut et doit s'apercevoir de l'abaissement extraordinaire du niveau de l'eau.

» Au surplus, nous n'avons pas connaissance d'expériences directes faites pour en constater l'importance.

» Les indications erronées, dues à la perte de charge résultant de la condensation, n'excluent pas celles qui peuvent provenir des ébullitions tumultueuses. Ces deux causes d'erreur paraissent, au contraire, se compléter.

» De nombreuses circonstances peuvent produire une obstruction partielle du tuyau d'amenée de vapeur; tel est l'entraînement des matières solides contenues dans le générateur ou produites lors de la vaporisation, l'interposition de celles qui servent à confectionner les joints des robinets, enfin l'ouverture incomplète des robinets eux-mêmes.

» Les robinets qui établissent la communication entre la chaudière et le tube en verre doivent être fermés tous les soirs et ouverts tous les matins; par simple inadvertance, le chauffeur, qui du reste en ignore les inconvénients, peut laisser ces robinets entr'ouverts.

» Les réglements exigent un second appareil indicateur du niveau de l'eau, mais la prééminence que l'on accorde aux indications du tube en verre enlève à tout autre appareil une valeur comparative sérieuse; et, du moment que ce tube donne des indications paraissant exactes, elles doivent être suivies. Le seul contrôle efficace serait un second tube en verre; mais les inconvénients pratiques de cet organe fragile le font rejeter, quand il n'est pas imposé par les règlements.

» Avec les appareils actuellement en usage, l'emploi de deux indicateurs du niveau de l'eau, indépendants l'un de l'autre, est indispensable; mais, nous estimons que, pratiquement, l'emploi de deux indicateurs de systèmes différents est nuisible, et qu'il est d'une nécessité absolue que ces deux appareils soient de *systèmes identiques* se contrôlant sûrement l'un par l'autre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les capacités initiales de polarisation.* Note de M. E. Bouty [1], présentée par M. Lippmann.

« Deux questions m'ont surtout préoccupé : 1° Comparaison des électrolytes fondus et dissous; 2° Comparaison des électrolytes solides et liquides de très grande résistance.

» 1° *Électrolytes fondus.* — Je me suis attaché tout particulièrement à l'étude de ces corps, à cause de la simplicité des conditions qu'ils réalisent. En outre de la méthode indiquée dans ma Note précédente, je leur en ai appliqué, à titre de contrôle, une deuxième, inverse, consistant à étudier la vitesse de dépolarisation. A cet effet l'auge, séparée de la pile de charge, est aussitôt fermée sur une résistance métallique R connue. Tout se passe alors comme si l'auge portait en outre une dérivation de résistance R′ très grande par rapport à sa résistance propre r (qui, dans le cas actuel, est négligeable); c'est-à-dire que, si R est très grand par rapport à R′, la vitesse de dépolarisation, qui se confond alors avec la vitesse de dépolarisation en circuit ouvert, paraît indépendante de R, tandis qu'elle est sensiblement proportionnelle à R pour de faibles valeurs du rapport $\frac{R}{R'}$. La connaissance de la vitesse de dépolarisation *due au circuit* R amène, par un calcul aisé, à la valeur de la capacité C. Cette valeur coïncide avec celle que fournit la première méthode. Il en résulte que *l'électricité absorbée en vertu de la capacité de polarisation initiale est entièrement récupérable,* à la condition d'employer pour la décharge un circuit extérieur de résistance négligeable.

» J'ai vérifié l'indépendance de la capacité initiale par rapport au sens de la polarisation à l'aide d'une électrode parasite isolée, que j'associe successivement aux deux électrodes principales pour mesurer leur polarisation individuelle. Il est indispensable, pour cette expérience, d'introduire dans le circuit dérivé une force électromotrice compensatrice que l'on règle par tâtonnements et pour chaque valeur de t de manière à ce que la charge communiquée à la capacité auxiliaire soit nulle.

» M. Blondlot [2] a découvert et j'ai vérifié qu'une électrode de platine

---

(1) Voir p. 628 de ce volume. — Page 629, 3e ligne en remontant, au lieu de *avec une valeur croissante de* K, il faut lire *avec une valeur constante de* K.

(2) Blondlot, *Thèse de Doctorat,* 1881.

récemment rougie et conservée ensuite dans l'eau acidulée diminue progressivement de capacité. Dans une de mes expériences, cette capacité est tombée de plus de 65 microfarads à 30 microfarads environ par centimètre carré, ce qui paraît être la valeur finale. Avec les électrolytes fondus, je n'ai rien observé de semblable : pour des électrodes et un électrolyte donné, la capacité initiale ne paraît dépendre que de la température.

» On sait, par les expériences de M. L. Poincaré ([1]), que la force électromotrice maximum de polarisation, dans les électrolytes fondus, décroît jusqu'à s'annuler quand la température s'élève jusqu'à la température de décomposition de l'électrolyte. Dans ces conditions, j'ai reconnu que la capacité et la vitesse de dépolarisation croissent rapidement. Pour le platine et l'azotate de soude fondu, par exemple, la capacité passe de 30 à 56 microfarads quand la température s'élève de 333° à 367°. Des électrodes de fer fournissent des capacités quatre à cinq fois plus considérables.

» 2° *Electrolytes très résistants.* — Quand un électrolyte fondu se solidifie, on ne remarque pas de discontinuité dans les phénomènes de polarisation; mais, en même temps que la résistance spécifique devient très considérable, la capacité de polarisation diminue rapidement. Dans une de mes expériences, j'ai pu suivre cette diminution jusqu'à $\frac{1}{15}$ de microfarad par centimètre carré.

» J'ai surtout employé pour ces dernières expériences un mélange à équivalents égaux d'azotates de potasse et de soude qui fournit, en se solidifiant, un bloc parfaitement compact, d'apparence porcelanique, dans lequel les électrodes se trouvent emprisonnées et où l'on n'apercoit pas trace de fissures. Il paraît donc impossible d'expliquer la diminution de capacité par des décollements d'*étendue finie*, affectant la surface de contact.

» Les choses se passent autrement avec les électrolytes liquides de grande résistance spécifique. La capacité d'électrodes de platine décroît, il est vrai, de l'acide sulfurique de conductibilité maximum à l'eau distillée et à l'alcool absolu, dans des rapports sensiblement égaux à $\frac{1}{3}$ et à $\frac{1}{6}$, mais se relève ensuite sensiblement pour des mélanges beaucoup plus résistants d'alcool absolu et de benzine. Elle ne paraît nullement tendre vers zéro quand la résistance spécifique croît indéfiniment. »

([1]) L. Poincaré, *Thèse de Doctorat*, 1890.

CHIMIE. — *Sur la distillation de mélanges d'eau et d'alcool.* Note de M. E. **Sorel**, présentée par M. Duclaux.

« On se sert généralement de la Table de Gröning pour déterminer, d'après la composition d'un mélange d'eau et d'alcool, la composition des vapeurs qui s'en dégagent à l'ébullition. Toutefois d'autres Tables ne sont pas d'accord avec la précédente, et celle-ci conduit à des déductions qui ne se vérifient pas rigoureusement dans l'étude des grands appareils industriels.

» Ces divergences m'ont paru devoir être attribuées à l'influence du rayonnement des parois. Ces parois, maintenues par le rayonnement à une température inférieure à celle des vapeurs, en condensent une partie plus ou moins notable, qui influe sur le mélange aériforme restant dans la panse et le chapiteau de l'appareil, et en modifie profondément la composition.

» Dans une simple cornue, il y a, en effet, pendant tout le cours de la distillation, une différence considérable entre la composition du liquide bouillant et celle du liquide qui ruisselle sur les parois. Je m'en suis rendu compte en prenant comme vase distillatoire un cylindre en cuivre étamé, portant, à la moitié de sa hauteur, une rigole inclinée faisant tout le tour de la paroi intérieure; cette rigole communiquait avec l'extérieur par un tube en syphon renversé, qui permettait de recueillir les liquides condensés. Les vapeurs, liquéfiées dans un serpentin ascendant, retournaient constamment dans le fond du cylindre.

» La température extérieure étant 18°, j'ai obtenu les résultats suivants :

Liquide bouillant.	Liquide condensé sur la paroi.
3°,9′ G.-L.	8°,8′ G.-L.
7,1	14
13	29
17,9	37
26,7	52,3
35,7	60,6
43,4	67,4
60,9	76

» Ainsi, jusqu'aux environs de 25° G. L., le liquide ruisselant sur les parois avait une richesse sensiblement double de la richesse du liquide mis en expérience, et l'on ne pouvait admettre que, si l'on eût recueilli la vapeur à la sortie, elle eût eu la composition de la vapeur dégagée au sein du liquide mis en expérience.

» J'ai donc entrepris une série d'essais à l'abri du rayonnement dans une grande cornue en cuivre de cinq litres, entièrement plongée dans un bain d'eau salée ou de glycérine, et chauffée par ce bain. Chaque essai portait sur deux litres d'un mélange d'eau et d'alcool, et on recueillait successivement, par lots séparés de 200^{cc}, le produit distillé. De la densité à 15° de ce liquide, on déduisait sa composition, et par suite celle du liquide restant. Portant sur l'axe des abscisses les volumes distillés, sur les ordonnées la richesse du liquide restant, on a dès lors la courbe d'épuisement du liquide en expérience.

» Appelant V le volume restant au moment considéré, a le titre Gay-Lussac dans le liquide, U le titre Gay-Lussac dans le liquide distillé, il est clair qu'on a, à chaque instant,

$$Va = (V - dV)(a - da) + dV U,$$

d'où

$$U = a + V \frac{da}{dA}.$$

» La valeur de U se déduit donc immédiatement de la courbe d'épuisement par la mesure du coefficient angulaire de la tangente, et autant on a de courbes d'épuisement autant on a de vérifications.

» *Exemple :* Alcool restant 10° G.-L.

$V = 0,797$	$\frac{da}{dV} = 5,15$	$V\frac{da}{dV} = 0,4095$	$U = 0,5095$
» 0,648	» 6,36	» 0,4120	» 0,5120
» 0,474	» 8,62	» 0,4185	» 0,5085
		Moyenne..........	0,5100

» J'ai obtenu ainsi la Table suivante que je mets en regard de la Table de Gröning :

Alcool bouillant.	Vapeur d'après Gröning.	Vapeur d'après Sorel.	Différence.
G.-L.	° G.-L.	° G.-L.	°
0	0	0	0
5	43,4	35,75	7,65
10	57,2	51,00	6,20
15	65,4	61,50	3,90
20	71,3	66,20	5,10
25	75,1	67,95	7,15
30	78,1	69,26	8,84
35	80,5	70,60	9,90
40	82,3	71,95	10,35
45	83,8	73,45	10,35
50	85,1	74,95	10,15
55	86,2	76,54	9,66
60	87,3	78,17	9,13
65	88,2	79,92	8,28
70	89,0	81,85	7,15
75	89,8	84,10	5,70
80	90,6	86,49	4,11
85	91,5	89,05	2,45
90	92,6	91,80	0,80
95	95,4	95,05	0,35
97,6	97,6	97,60	0,00

» La courbe donnant, d'après mes expériences, la valeur de U en fonction de a, présente cette particularité qu'après une ascension très rapide de 0° à 20°, elle se confond presque exactement, entre 25° et 65°, c'est-à-dire presque sur la moitié de sa longueur, avec la droite :

$$U = a \times 0,2975 + 59,86.$$

» Je me propose de reprendre la même étude sur d'autres mélanges de deux liquides solubles l'un dans l'autre, et d'étudier l'influence de la paroi sur la composition des vapeurs dégagées. »

CHIMIE. — *Méthode générale pour le calcul des poids atomiques d'après les données de l'analyse chimique*. Note de M. G. **Hinrichs**.

« Admettons que l'on ait fait une série d'analyses d'un composé renfermant les éléments A, B, ..., X ; soient A, B, ..., les poids atomiques des éléments tels que l'oxygène, le soufre, etc., et soit X le poids atomique à calculer.

» Si tous les éléments employés étaient parfaitement purs, si le composé analysé l'était aussi, et si, de plus, les procédés de l'analyse étaient absolument sans erreur, la formule chimique du composé analysé nous donnerait exactement X par simple élimination algébrique. S'il n'y avait que des erreurs de pesées, on pourrait appliquer les méthodes des moyennes et de l'erreur probable. Mais on sait trop bien qu'aucune de ces conditions ne

peut être rigoureusement remplie; aussi, cette méthode n'est-elle point applicable pour la détermination des poids atomiques véritables. L'exposé de cette méthode par Strecker (voir Sebelien, *loc. cit.*, p. 73-76) paraît assez rigoureux, mais nous montrerons ailleurs qu'il est incomplet; de plus, la méthode a échoué chaque fois qu'on l'a essayée.

» La méthode généralement employée est celle de l'enchaînement des rapports. Choisissant arbitrairement A ($H = 1$ ou $O = 16$), on détermine $B = k_1 A$; $D = k_2 B = k_1 k_2 A$; ... et finalement

$$x = k_1 k_2 \ldots k_n H.$$

» Mais, dans cette méthode, tous les rapports k sont affectés d'erreurs inconnues, et ces erreurs s'accumulent de plus en plus jusqu'à faire disparaître toute exactitude.

» Cette méthode, en Chimie, est comparable à la détermination du lieu en mer par la boussole et le loch; admissible pendant les brouillards et les ténèbres, elle est remplacée par des observations de points fixes, des étoiles, dès que cela devient possible. Entraînés par Stas, tous les calculateurs, comme Meyer et Seubert, Clarke, Sebelien, Ostwald et Van der Plaats, l'ont suivie et presque tous les chimistes ont calculé par ce procédé trompeur leurs déterminations de poids atomiques. Après un siècle de travaux expérimentaux d'un haut mérite, on a perdu toute connaissance exacte des poids atomiques et l'on s'est plu même à faire usage d'unités non retrouvables.

» Les méthodes d'élimination algébrique et de l'enchaînement des rapports sont assez bonnes en mathématique pure, mais elles ne se prêtent point aux conditions chimiques tout à fait spéciales du problème.

» Les travaux de tout un siècle ont établi ce fait capital que, en posant $O = 16$, les poids atomiques de presque tous les élements sont très voisins de nombres entiers; pour les autres, tels que Cu, Cl, la valeur est voisine d'un nombre entier et demi. Cette condition spéciale, établie par la Chimie, permet l'usage d'une solution mathématique également spéciale pour le calcul des poids atomiques.

» Soient A, B, ..., X, les poids atomiques véritables ou de précision, et soient A_0, B_0, ..., X_0 les nombres entiers susdits, ou bien les poids atomiques communs; on a

$$A = A_0 + a, \qquad B = B_0 + b, \qquad \ldots, \qquad X = X_0 + x,$$

où les écarts a, b, ..., x sont des quantités assez petites en comparaison

de A_0, B_0, ..., X_0, pour permettre l'application des procédés simples du calcul des petites différences finies. Soient α, β, ..., ξ, les coefficients correspondants pour l'unité de poids, on aura de même

$$A = A_0(1+\alpha), \qquad B = B_0(1+\beta), \qquad \ldots, \qquad X = X_0(1+\xi).$$

» Par exemple, on trouve tout simplement le rapport

$$\frac{x}{A} = \frac{x_0}{A_0}(1+\xi-\alpha),$$

en d'autres termes, le rapport vrai a pour coefficient la différence $\xi - \alpha$ des coefficients des éléments.

» On peut donc toujours trouver les valeurs des poids atomiques communs, si l'on a des analyses réellement bonnes. Ces valeurs seront fixes, si l'on a pris comme étalons des éléments tels que le diamant ou l'argent pur.

» L'étude critique des expériences se fait alors avec les poids atomiques communs d'après la façon développée dans les Notes précédentes. Si les expériences sont assez exactes, on en tirera le poids final X, où l'on trouvera l'écart x du poids commun et le coefficient ξ relatif à l'unité.

» L'étude minutieuse de ces écarts des éléments divers conduira à l'un ou l'autre des deux résultats possibles : ou ces écarts diminueront graduellement avec l'accroissement de l'exactitude des analyses et des calculs, ou bien ils s'arrêteront à des valeurs appréciables.

» Pour tous les éléments dont le poids atomique a été déterminé avec assez de précision, je peux affirmer que les écarts se sont approchés de zéro ou l'ont atteint déjà, comme je le montrerai dans une Note prochaine par quelques exemples concluants. On peut donc également affirmer que les déterminations les plus précises des poids atomiques des éléments chimiques sont exactement telles qu'elles devraient être si tous les éléments chimiques étaient formés d'une seule matière primitive.

» Pour plus de clarté ajoutons quelques exemples très simples :

» Les analyses soignées de M. Th.-W. Richards [1] lui ont donné $Cu = 63,61$; ayant calculé ses analyses avec les valeurs de Stas, il a dû les modifier de 0,08; donc $Cu = 63,53$ ou $x = 0,03$ et $\xi = 0,000469$.

» Le même habile chimiste a converti des poids connus de carbonate de soude en sulfate, d'où il a tiré (*loc. cit.*, 181) $S = 32,063$ et $32,075$, conformément à Stas, dont

---

[1] *Zeitschrift f. anorg. Chemie*, I, p. 185; 1892.

il emploie les valeurs erronées de Na et de C. Écartant ces erreurs, je trouve, pour ses quatre déterminations par électrolyse, S = 32,016 d'où $x = 0,016$ et $\xi = 0,000500$.

» Les déterminations récentes de M. E.-T. Smith [1] par réduction de l'oxyde donnent Cd = 112,055 ou $x = 0,055$ et $\xi = 0,000402$.

» Ces exemples montrent comment on peut exprimer les résultats exacts des analyses sans introduire de confusion ou d'incertitudes dans les Tables des poids atomiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de la gallanilide; sur ses dérivés triacétylés et tribenzoylés.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré précédemment que l'acide gallique, chauffé avec un excès d'aniline, se transforme en pyrogallol avec perte d'acide carbonique à une température relativement basse de 110°-120°. Le gallate d'aniline, formé en proportions théoriques, ne jouit pas d'une plus grande stabilité. Chauffé de 105°-110°, il perd de l'acide carbonique, avant de se transformer en gallanilide par perte d'eau.

» Nous avons résolu la question de la formation de la gallanilide en chauffant l'acide gallotannique avec un excès d'aniline, suivant le mode général de formation des amides, par réaction des bases sur les éthers composés. La gallanilide se forme d'après l'équation suivante :

$$\begin{matrix} C^6H^2 \left\{ \begin{matrix} CO^2H \\ (OH)^2 \\ O \end{matrix} \right. \\ \diagup \\ C^6H^2 \left\{ \begin{matrix} CO \\ (OH)^3 \end{matrix} \right. \end{matrix} + 2C^6H^5AzH^2$$

$$= C^6H^2 \left\{ \begin{matrix} CO.AzH.C^6H^5 \\ (OH)^3 \end{matrix} \right. + C^6H^2 \left\{ \begin{matrix} CO^2H.C^6H^7Az \\ (OH)^3. \end{matrix} \right.$$

» Il se produit en même temps du gallate d'aniline. Comme on opère la réaction en chauffant au delà de 100°, ce gallate d'aniline donne un dégagement d'acide carbonique et même, en dernier lieu, d'oxyde de carbone.

(1) *Zeitschrift f. anorg. Chemie*, I, p. 105; 1892.

» La masse, chauffée pendant une heure environ vers 150°, est traitée par l'eau acidifiée par l'acide chlorhydrique puis mise à cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool aqueux. Au bout d'un grand nombre de cristallisations, nous avons pu obtenir des cristaux lamellaires d'une grande blancheur qui perdent, à 100°, 2 molécules d'eau de cristallisation.

» Ce corps anhydre répond à la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^5 \\ (OH)^3 \end{array} \right. .$$

» Il fond vers 205° en se colorant à peine et sans aucun dégagement gazeux, ce qui le différencie du gallate d'aniline, lequel se décompose dès 110°. Il est très peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau bouillante. La solution colore en bleu le perchlorure de fer. Il se dissout bien dans l'alcool à 93° et assez bien dans l'éther à 65°. Il est insoluble dans le chloroforme, le benzène et la ligroïne. Il se dissout mieux dans les alcalis en se colorant; mais l'altération n'est que partielle.

» Bouillie avec une lessive de soude pendant dix minutes, la gallanilide a été retrouvée sensiblement inaltérée. Les acides chlorhydrique et sulfurique étendus l'altèrent lentement.

» Chauffée à 150° pendant une heure avec le double de son poids d'acide chlorhydrique concentré, elle s'hydrate et se dédouble en acide gallique et aniline, que nous avons nettement caractérisés.

» Bouillie un quart d'heure avec un excès d'anhydride acétique, elle s'est transformée en un dérivé triacétylé. On obtient une masse blanchâtre qu'on lave à l'eau et qu'on fait cristalliser dans l'alcool.

» Ce corps, cristallisé sous forme de petites aiguilles blanches, très légères, fond à 160°-161° en un liquide incolore. Chauffé au delà de 200°, il dégage de l'acide acétique en se décomposant. Il n'a plus d'action sur le perchlorure de fer. Le dosage de l'azote nous a donné des chiffres concordant avec un dérivé triacétylé.

» D'ailleurs le chlorure de benzoyle donne également le dérivé tribenzoylé, dans lequel nous avons aussi dosé l'azote. On l'obtient en chauffant vers 120° pendant plusieurs heures la gallanilide avec un peu plus de 4 molécules de chlorure de benzoyle. On fait bouillir à plusieurs reprises dans l'alcool à 93° le produit formé insoluble pour le dépouiller de l'excès de chlorure de benzoyle et de matières noirâtres. Par cristallisation répétée dans le toluène bouillant, on obtient un corps blanc cristallisé en petites aiguilles fondant à 181°. Ce corps est insoluble dans la plupart des

dissolvants. Il est même très peu soluble dans le toluène bouillant. Il ne distille pas sans décomposition.

» Sans aucun doute, ces dérivés éthérés sont formés avec les trois OH phénoliques de l'acide gallique.

» En résumé, on peut obtenir l'anilide de l'acide gallique en faisant réagir l'aniline sur l'éther digallique ou acide gallotannique, suivant un des modes généraux de formation des amides. Cette réaction confirme la constitution admise pour l'acide gallotannique.

» Schiff avait signalé, il y a quelques années, cette production d'un corps cristallisé par réaction de l'aniline sur le tanin. Mais il ne s'était pas prononcé sur sa nature (*Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XV, p. 2591). »

HYDROLOGIE. — *Sur les lacs des Sept-Laux (Isère) et de la Girotte (Savoie).* Note de M. A. **Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Pendant l'été de 1892, j'ai exploré les lacs des Sept-Laux et de la Girotte, avec l'aide de MM. E. Ritter et J. Magnin.

» Les lacs des Sept-Laux (feuille Saint-Jean de Maurienne de la Carte d'État-Major) forment, au nord et au sud du col du même nom, une série de nappes d'eau situées à des altitudes comprises entre 2000^m et 2300^m et se déversant pour la plupart l'une dans l'autre.

» Voici les plus grandes profondeurs des principaux d'entre eux :

Au nord du col.

Lac du Cos................	$42^m,30$ (se déverse dans le lac de Cotepen)
Lac de Cotepen............	70,50 (se déverse dans le lac Carré)
Lac Carré.................	35,60
Lac Noir..................	16
Lac Blanc.................	11

Au sud du col.

Lac Jeplan................	3^m à 4^m (se déverse dans le lac de la Corne)
Lac de la Corne...........	26^m (se déverse dans le lac de la Sagne)
Lac de la Sagne...........	$21^m,80$

» En traversant ces lacs, les eaux subissent une série de décantations successives et deviennent de plus en plus claires. Ainsi, le 7 août 1892, j'ai trouvé que la transparence du lac du Cos, mesurée au disque de Sec-

chi, était de $7^m,50$, tandis que celle du lac Cotepen était de $10^m,50$ et celle du lac Carré de $13^m,50$.

» Le plus grand de tous ces lacs, le lac Cotepen, n'a que 1100^m de long sur 300^m à 400^m de large.

» Le lac de la Girotte (feuille Albertville de la Carte), situé, à l'altitude de 1736^m, entre les vallées de Beaufort et du Bon-Nant, a une longueur de 1300^m, une largeur de 400^m à 500^m et une profondeur maximum de $99^m,40$. Il est soutenu à l'aval par une digue de schistes cristallins et houillers, très délités, qui, tôt ou tard, cédera sous la pression du lac. Ce lac présente des singularités qu'on n'a encore rencontrées dans aucun bassin lacustre des Alpes. Tandis que, pour tous les lacs étudiés, la température décroît de la surface au fond pendant la saison chaude, celle du lac de la Girotte commence par décroître de la surface (17° en juillet) à la profondeur de 25^m, où elle atteint un minimum variable de 4° à 5°, suivant la saison, pour remonter ensuite et atteindre entre 90^m et 100^m la valeur de 7°.

» Cette inversion des températures (constatée à l'aide d'un thermomètre Negretti et Zambra) se produit sur toute l'étendue du lac, dont le fond est d'ailleurs parfaitement régulier et tantôt graveleux, tantôt recouvert d'une vase très siliceuse. La densité de l'eau croît néanmoins de la surface au fond, comme l'exigent les lois de l'hydrostatique; car, contrairement à ce que l'on observe dans les autres lacs, la composition chimique de l'eau du lac de la Girotte est très différente à la surface et dans les profondeurs : l'eau de la surface renferme $0^{gr},068$ de résidu fixe par litre, tandis que celle du fond en renferme $0^{gr},52$ (chiffre très considérable pour un lac alpin) dont $0^{gr},035$ de silice (SiO^2), $0^{gr},171$ d'acide sulfurique (SO^3), $0^{gr},136$ de chaux (CaO) et $0^{gr}057$ de magnésie (MgO). L'eau du fond contient en outre une quantité notable d'hydrogène sulfuré, qu'on ne trouve plus dans les couches au-dessus de 25^m.

» Ces résultats ont une analogie frappante avec ceux décrits par M. Venukoff pour la mer Noire [1]. Mais il ne me paraît pas probable que l'hydrogène sulfuré du lac de la Girotte provienne, comme dans la mer Noire, de la décomposition de matières organiques. Il semble plus vraisemblable que des eaux souterraines relativement chaudes, riches en matières dissoutes et chargées d'hydrogène sulfuré par leur passage à travers des gîtes pyriteux, sourdent de différents côtés sur les talus du lac et

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 932; 1890.

s'étalent dans les grandes profondeurs par suite de leur forte densité. Le débit de ces petites sources est trop faible pour provoquer, comme au lac d'Annecy ([1]), la formation d'entonnoirs dans la couche de vase probablement peu épaisse qui recouvre le fond du lac. D'autre part la surface du lac est alimentée par des torrents beaucoup moins riches en matières dissoutes. Le lac étant trop petit et trop encaissé pour que les vents puissent y engendrer des courants considérables, ses eaux profondes sont à peu près immobiles et la diffusion du fond à la surface ne se fait qu'avec une extrême lenteur.

» La présence du trias sur les bords du lac explique facilement la grande quantité d'acide sulfurique. On ne voit, il est vrai, que des affleurements de cargneule; mais on sait que, dans les Alpes, le gypse est presque toujours associé à cette roche. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur un moyen de préserver les plants de Betteraves ainsi que les jeunes végétaux, économiques ou d'ornement, contre les attaques des Vers gris* (Chenilles d'Agrotis) *et d'autres larves d'insectes*. Note de M. **A. Laboulbène**, présentée par M. Chambrelent.

« Les Vers gris, ou Chenilles de diverses espèces d'*Agrotis*, principalement des *Agrotis segetum* et *A. exclamationis,* sont extrêmement nuisibles, non-seulement aux Betteraves, mais encore à beaucoup d'autres végétaux de la grande culture et des jardins potagers. Pour combattre leurs ravages, on peut employer, suivant les conseils de M. Emile Blanchard, les semis, la plantation faite de bonne heure, parce que la Betterave jeune est coupée facilement au collet par les Vers gris, tandis que la plante plus avancée résiste. Le roulage, le plombage du sol, sur une profondeur de plusieurs centimètres, est très utile; les chenilles ne peuvent que difficilement se mouvoir dans une terre durcie, compacte. Plus tard les chrysalides sont empêchées de remonter pour l'éclosion; les papillons périssent sans arriver au dehors, la reproduction de l'espèce est empêchée. La cueillette, suivie de la destruction des œufs placés sous les feuilles, en plaques chacune de 40, 60, et jusqu'à 100, aurait aussi les meilleurs résultats, annihilant les jeunes chenilles qui auraient exercé leurs ravages dès leur apparition.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 897; 1891.

» A ces moyens, dont la pratique ne saurait trop être recommandée, il me paraît utile d'ajouter l'emploi, en arrosements, des macérations ou des décoctions de plantes renfermant des alcaloïdes énergiques. Ces derniers ont la propriété de s'oxyder rapidement, d'éprouver des transformations moléculaires et de ne pas persister à l'état toxique, soit sur la plante à préserver, soit dans le sol, tandis que les poisons minéraux offrent, au maximum, ce dernier inconvénient. L'arsénite de cuivre, le vert de Scheele, a été préconisé en Amérique par M. Riley pour combattre la *Doryphore* ou *Leptinotarse* de la pomme de terre. Le composé arsénical saupoudré sur les feuilles, après avoir été mélangé à la farine, ou projeté avec un liquide, fait courir des dangers aux ouvriers qui l'emploient et le poison reste indéfiniment dans la terre sans perdre son activité.

» On sait que beaucoup de plantes renonculacées vertes sont dangereuses pour les bestiaux qui les mangent, mêlées à l'herbe des prairies, tandis que desséchées elles peuvent être consommées sans péril, à l'état de fourrages. Il en est de même pour les feuilles vertes du Colchique devenues sans nocuité dès qu'elles sont desséchées. J'en ai conclu que les macérations, les décoctions de parties vertes ou de graines des végétaux renfermant des alcaloïdes, poisons énergiques, pourraient rendre de grands services, en arrosements sur les jeunes Betteraves et autres plantes récemment levées, contre les Vers gris et les diverses larves dévastatrices.

» Mes expériences variées, répétées, m'ont paru probantes et elles ont été faites en grande partie avec les tiges et les feuilles du *Delphinium grandiflorum*, vivace, ainsi qu'avec les semences des *D. grandiflorum* et *D. Ajæcis*. Je ne doute pas que celles du *Delphinium staphysagria* ne soient encore plus énergiques.

» Comme complément à ces recherches, j'ai essayé de préserver des insectes, tels que les Halticides (*Phyllotreta nemorum* et *P. flexuosa*), les jeunes Crucifères des jardins. J'ai aussi trempé des feuilles de saule dans la macération de semences de *Delphinium* et les larves de la *Chrysomela* (*Plagiodora*) *armoraciæ* les ont délaissées.

» J'estime donc que les alcaloïdes végétaux peuvent rendre à l'agriculture et à l'horticulture de grands services par la macération ou la décoction des plantes et graines qui les renferment. Les macérations constituent le procédé le plus simple, le plus pratique; peut-être faut-il rendre les solutions plus énergiques en les acidulant, pour dissoudre le plus possible des alcaloïdes toxiques.

Enfin, les Renonculacées telles que les *Delphinium* ne sont pas les seules

auxquelles on peut avoir recours, mais aussi les Aconits et encore les Datura, la Belladone, la Jusquiame, etc. Il y a là, en réalité, une mine à exploiter avec utilité pour l'agriculture et l'horticulture. »

M. Chambrelent, en présentant la Note de M. *Laboulbène,* ajoute les remarques suivantes :

« J'ai déjà fait ressortir dans plusieurs de mes précédents Mémoires les causes qui empêchaient la France d'obtenir des augmentations de produits de plusieurs milliards, qu'elle pourrait retirer de son sol agricole.

» Parmi ces causes, l'une des principales est la perte que font éprouver à nos récoltes les insectes nuisibles.

» Dans une Communication, que notre honorable confrère M. Reiset a faite à l'Académie, dans sa séance du 30 décembre 1867, il établissait que les vers blancs avaient fait éprouver, dans l'année 1866, une perte de plus de 25 millions de francs au seul département de la Seine-Inférieure ; si l'on remarque que le mal s'était produit en même temps dans bien d'autres départements, on peut juger de la perte produite, dans l'année 1866, par ce seul insecte.

» Notre ancien confrère Payen, qui était en même temps secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture de France, avait évalué cette perte, dans une autre année, à plus de 1 milliard de francs.

» Je n'ai malheureusement pas besoin de vous rappeler les pertes que le Phylloxera a fait éprouver à la France. Je tiens cependant à dire quel service notre ancien confrère Paul Thenard a rendu à nos vignobles, en nous faisant connaître le sulfure de carbone comme remède contre le mal. Ce remède nous rend chaque année les plus grands services, et nous croyons pouvoir dire, avec notre cher et éminent confrère M. Blanchard, que, sans l'introduction et le développement de la vigne américaine en France, notre territoire serait aujourd'hui délivré de l'insecte.

» Je tiens à présenter ces observations pour établir de quelle importance sont toutes les études, au point de vue entomologiste, faites pour la destruction des insectes nuisibles aux cultures du sol, et quels services ces études peuvent rendre à l'agriculture de la France. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.